

PAT-NO: JP354149669A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 54149669 A  
TITLE: CIRCUIT DEVICE FOR DETECTING  
ULTRASONIC WAVE TRANSMITTING TIME  
PUBN-DATE: November 24, 1979

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
KONO, MASARU  
NAKAGAWA, YUKIO  
KATA, TAKEO  
OGAWARA, GUNJI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME  
COUNTRY  
FUJI ELECTRIC CO LTD N/A  
CHIYOUONPA KOGYO KK N/A

APPL-NO: JP53057820  
APPL-DATE: May 16, 1978  
INT-CL (IPC): G01F001/66, G01S011/00  
US-CL-CURRENT: 367/13

## ABSTRACT:

PURPOSE: To detect the malfunction of excessively high response to ultrasonic waves, to prevent the erroneous judgement of correct measured values and to prevent generation of mistrigger by providing a malfunction detecting circuit.

CONSTITUTION: The time difference between the counting time necessary for counting the oscillatory output of an oscillator 1 up to a preset value by a counter 5 and the transmission time  $t$  necessary for ultrasonic waves to propagate through a medium to be measured is detected at 7. In response to the difference signals  $S$  thus detected, the frequency of the oscillator 1 is controlled to reduce the difference in the detecting time to zero so that the propagating time of the ultrasonic waves is detected at 10 from the oscillatory frequency. In this instance, the voltage signals  $R$  corresponding to the time difference from the circuit 7 are fed to a malfunction detecting circuit 15 and are compared with preset voltages  $E_{51}$  and  $E_{52}$  at 11 and 12. In accordance with the compared results, an FF 14 is operated to judge the correctness or incorrectness of the propagation of the ultrasonic waves, and a warning device is operated by the  $Q$  output.

COPYRIGHT: (C) 1979, JPO&Japio

⑨日本国特許庁(JP)

⑩特許出願公開

⑪公開特許公報(A)

昭54—149669

⑫Int. Cl.<sup>2</sup>  
G 01 F 1/66  
G 01 S 11/00

識別記号 ⑬日本分類  
108 D 26  
111 A 132

庁内整理番号 ⑭公開 昭和54年(1979)11月24日  
7625—2F  
7436—5J

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑮超音波伝搬時間検出回路装置

⑯特 願 昭53—57820

⑰出 願 昭53(1978)5月16日

⑱発 明 者 河野勝

川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機製造株式会社内

同 中川行雄

川崎市川崎区田辺新田1番1号  
富士電機製造株式会社内

同 賀田健夫

立川市柏町1丁目6番地1 超  
音波工業株式会社内

⑲発 明 者 大河原軍治

立川市柏町1丁目6番地1 超  
音波工業株式会社内

⑳出 願 人 富士電機製造株式会社

川崎市川崎区田辺新田1番1号  
超音波工業株式会社

同

立川市柏町1丁目6番地1

㉑代 理 人 弁理士 山口巖

明 細 書

1. 発明の名称 超音波伝搬時間検出回路装置

2. 特許請求の範囲

1) カウンタが発振器の発振出力を設定値まで計数するのに要する計数時間と超音波が測定媒体中を伝搬するのに要する伝搬時間との時間差を検出し、この差信号に基づいて、その時間差が零になるように前記発振器の発振周波数を制御し、この発振器の発振周波数から前記伝搬時間を検出する回路装置において、前記時間差に相当する電圧信号を第1設定電圧および第2設定電圧と比較し、この比較結果から前記超音波の伝搬の正常・異常を判断することを特徴とする超音波伝搬時間検出回路装置。

2) 特許請求の範囲第1項に記載の回路装置において、時間差に相当する電圧信号と基準電圧との差電圧を求め、この差電圧が零になるように発振器の発振周波数を制御し、その際に第1設定電圧をその基準電圧よりも僅かに高い値に設定し、かつ第2設定電圧をその基準電圧よりも僅かに低い

値に設定したことを特徴とする超音波伝搬時間検出回路装置。

3) 特許請求の範囲第2項に記載の回路装置において、時間差を電圧信号に変換するRAMP回路と、基準電圧が設定され、この基準電圧とそのRAMP回路の出力電圧との差電圧により発振器の発振周波数を変化させる差動増幅器と、第1設定電圧を有し、この第1設定電圧と前記RAMP回路の出力電圧を比較する第1比較器と、第2設定電圧を有し、この第2設定電圧と前記RAMP回路の出力電圧とを比較する第2比較器と、これら両比較器の出力信号が導かれるANDゲートと、このANDゲートの出力信号が導かれるD-フリップフロップとを備え、このD-フリップフロップの出力信号から、前記RAMP回路の出力電圧の大きさが前記第1設定電圧と第2設定電圧との間にあることを検出することを特徴とする超音波伝搬時間検出回路装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、カウンタが発振器の発振出力を設定

値まで計数するのに要する計数時間と超音波が測定媒体中を伝搬するのに要する伝搬時間との時間差を検出し、この差信号に基づいて、その時間差が零になるように発振器の発振周波数を制御し、この発振器の発振周波数からその伝搬時間を検出する超音波伝搬時間検出回路装置に関する。

このような回路装置は、例えば、超音波流量計あるいは超音波レベル計などに使用される。超音波流量計に使用される場合には、測定媒体は例えば管路内を流れる被測定流体であり、また超音波レベル計として使用される場合には、容器内の液面レベルを測定すべき液体もしくはこの液体の上方に位置する雰囲気である。

しかし、第1図はこのような超音波伝搬時間検出回路装置の従来例である。この第1図において、1は電圧制御形発振器で、制御電圧の大きさによりその発振周波数に変化する。2はこの発振器1の1つの出力信号と同期した出力信号を発振する同期パルス発生回路である。

3はパルス発生回路2の出力信号に基づいて、

送信トランスジューサ8を駆動する送信回路である。この送信トランスジューサ8は電気信号を音響信号へ変換する変換素子で、この送信トランスジューサ8から発信された超音波は測定媒体中を伝搬して受信トランスジューサ9にて受信される。この受信トランスジューサ9は音響信号を電気信号に変換する。トランスジューサ8、9は壁体16、17に取付けられており、この壁体16、17は、この回路装置が超音波流量計に使用される場合には管路の管壁であり、超音波レベル計に使用される場合には容器等の器壁である。Lは測定媒体における超音波の伝搬距離、tはその伝搬時間である。受信トランスジューサ9の出力信号は受信回路4に導かれ、この受信回路4にて超音波パルスが受信トランスジューサ9に到達したことが検出される。受信回路4からはその検出に基づいてトリガー信号Zが発信され、時間差検出回路8を制御する。

5は発振器1の発振出力を計数するカウンタで、同期パルス発生回路2の出力信号に基づいて計数

動作を開始し、その計数値が予め設定された数Nに達すると計数動作終了信号を発信する。6はカウンタ5の出力信号をある一定時間遅延させる遅延要素である。この遅延要素4の出力信号は時間差検出回路7に導かれる。なお、遅延要素6の遅延時間 $\tau_d$ は、超音波が壁体16、17中を伝搬するのに要する時間、電気信号が送信回路3および受信回路4を流れるのに要する時間等を合計して $\tau$ とすると、ほぼこの時間 $\tau$ に等しくなるように設定される。

第2図は時間差検出回路7の回路図であり、前段に受信回路4のトリガー信号Zと遅延要素4の出力信号Vとが導かれるナンド回路100が配置されている。トリガー信号Zと出力信号Vとが一致し、ナンド回路100の出力信号Mの発信が停止すると、トランジスタQ1がOFFとなり、定電流回路90からダイオードDを介してコンデンサCに充電電流が流れ、コンデンサCを充電する。定電流回路90、トランジスタQ1、ダイオードDおよびコンデンサCからRAMP回路が構成され、この

RAMP回路の出力信号RすなわちコンデンサCの充電電圧は差動増幅器80に導かれる。この差動増幅器80には伝搬時間測定用基準電圧 $E_{50}$ とRAMP回路の出力信号Rとの差電圧が時間差検出回路7の出力信号Sとして発信される。なお、Q2はコンデンサCの充電電圧を放電させるための電界効果形トランジスタで、信号KによつてON-OFF制御される。

時間差検出回路7の出力信号Sに基づき、その差電圧が零になるように発振器1の制御電圧が制御され、その発振周波数を変えられる。この発振周波数がカウンタ10によつて計数され、伝搬時間tとして表示される。

すなわち、上記構成の動作について簡単に説明すると、まず発振器1の発振周波数を1とすれば、カウンタ5がこの発振周波数1をN個計数するに要する計数時間は $N/1$ である。この時間が測定媒体中の音波伝搬時間tと一致するようにフィードバックループを作っているから、系が安定した時点では、 $N/1=t$ すなわち $1=N/t$ となり、伝

搬時間の逆数  $1/I$  の  $N$  倍の周波数  $f$  を取り出すことができる。従つて、この周波数  $f$  をカウントすることにより伝搬時間  $I$  を測定することができる。

ところで、超音波は伝搬経路の条件などにより種々の障害を受け易いので、正常な伝搬が行なわれているかどうか充分監視する必要がある。従来ではこのような監視を行なうために、信号監視回路を設けたり（特開昭51-101568）、あるいは異常値除去回路を設けたりしていた。ところが、前者の信号監視回路は、受信波形のピーク値が一定の電圧範囲に入っているかどうかで判断するものであるが、受信波形がたとえば被測定流体中の気泡などによつて截取されて変形された際には、トリガミス（超音波パルスの到着検出ミス）を生ずるなどの欠点がある。一方、後者の異常値除去回路は、最終出力値（例えば5秒間の平均値）がそれ以前の出力値（最終出力の前の5秒間の平均値）と比較して大幅に異なつた値であるときは、その値を異常値としてデータ出力しない（前の値

を保つ）というものであるが、応答が遅れたり、急激な流速変化もしくはレベル変化などによる急激な出力変化を異常と誤判断する危険があるなどの欠点を有している。

本発明は、このような点に鑑みてなされ、応答の早い異常検出ができ、かつ正しい測定値を誤判断することなく検出でき、しかもミストリガーを生ずることのない超音波伝搬時間検出回路を提供することを目的とする。

次に本発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第3図は本発明の一実施例のブロック図である。この第3図において、第1図の各部分と同一機能を有する部分には同一符号が付されている。本発明においては、音波の到着検出が正常であるか異常であるかを判断する異常監視回路15が設けられている。この異常監視回路15は、第4図に示すように、比較回路11、12、ANDゲート13およびD-フリップフロップ14から構成されている。比較回路11、12には、抵抗  $R_1, R_4, R_5$ 、

$R_6$  ( $R_4, R_5$  は可変抵抗) および電源  $E_1$  により、それぞれ設定電圧  $E_{s1}, E_{s2}$  が与えられている。この設定電圧  $E_{s1}$  は第2図の基準電圧  $E_{s0}$  よりも値かに高い電位に設定され、一方設定電圧  $E_{s2}$  はその基準電圧  $E_{s0}$  よりも値かに低い電位に設定される。ここで、本発明において特注目すべきことは、音波の到着検出の正常・異常を判断するために、第3図の時間差検出回路7のRAMP回路の出力信号  $R$  に着目し、この出力信号  $R$  を比較回路11、12の残りの入力に導くようにしたことである。そして、比較回路11は出力信号  $R$  が設定電圧  $E_{s1}$  以下である際には“1”信号を発信し続け、一方比較回路12はその出力信号  $R$  が設定電圧  $E_{s2}$  を超過したら“1”信号を発信し続ける。そして、D-フリップフロップ14のT入力として、超音波の到達時刻（すなわち受信回路4の出力信号  $Z$  の発生）よりも遅く、次の測定周期の開始（超音波パルスの送信）よりも早い時刻に発生される正論理のパルス信号を与えるようにした。

次に第3図、特に第2図および第4図の動作に

ついて説明する。

第5図は超音波の伝搬が正常である状態つまりカウンタ5の計数時間  $N/I$  と超音波の伝搬時間  $I$  とが等しい状態にあり、従つてRAMP回路の出力電圧  $R$  と基準電圧  $E_{s0}$  とが等しい状態にある安定状態の場合の出力波形図である。遅延回路6の出力信号  $V$  により時間差検出回路7のRAMP回路の出力信号  $R$  が上昇し始める。この出力信号  $R$  が異常監視回路15の設定電圧  $E_{s1}$  をまず超過すると、比較器12から出力信号  $N_2$  が発信され始める。このとき、比較器11からは出力信号  $N_1$  が発信されている。従つて、ANDゲート13から出力信号  $D$  が発信され始める。その後、受信回路4から出力信号  $Z$  が発信されると、RAMP回路の出力信号  $R$  の上昇が停止する。しばらく後に、D-フリップフロップ14のT入力に入力信号が印加されると、そのD入力すなわちANDゲートの出力信号  $D$  の“1”状態に応じて、そのセット出力  $Q$  が発信され始める。それゆえ、このD-フリップフロップのセット出力  $Q$  により警報装置を動作させ

るよう構成しておけば、たとえばランプを点滅（例：点灯→正常、滅灯→異常）するよう構成しておけば、そのランプが点灯され、超音波の伝搬が正常に行なわれていることを知ることができる。なお、警報装置はブザーでもよい。その後、リセット信号KによりRAMP回路のコンデンサ0を放電させ、次の測定周期のために備えさせる。また、全回路をリセットする。この全回路リセットはリセット信号Kと同期して行なつてもよく、あるいはその信号Kの後に行なつてもよい。このとき、Dフリップフロップ14のセット信号Qは、そのD入力が消滅しても、前の状態、“1”信号状態を維持し続ける。

第6図および第7図は次の測定周期の際に超音波の伝搬が異常であつた場合の回路の出力波形図であり、第6図はその超音波の到着検出が異常に長い時間後に行なわれ、第7図は短い時間後に行なわれた場合である。しかして、第5図の状態から第6図の状態に移るとする。この場合には、RAMP回路の出力信号Rが異常監視回路15の2

つの設定電圧 $E_{s1}, E_{s2}$ を共に超過するので、ANDゲート13の出力信号Dはほとんど発信されず、従つてDフリップフロップ13にT入力を与えると、その出力信号Qは“0”信号にもたられる。それゆゑ、この出力信号Qによりランプが滅灯されるので、超音波の伝搬が異常であつたことが検知できる。次に、第5図の状態から第7図の状態に移るとする。この場合には、RAMP回路の出力信号Rは異常監視回路15の2つの設定電圧 $E_{s1}, E_{s2}$ を共に超過しないので、ANDゲート13の出力信号Dは“0”信号を発信し続け、それゆゑDフリップフロップ14はT入力を与えられるとそのセット信号Qが“0”信号にもたられる。

次に、本発明の装置において、超音波の伝搬時間 $t$ とカウンタの計数時間 $N/I$ との時間差がどの位であるか、つまり超音波の伝搬が正常か異常かの検出精度について説明する。今、第2図において、RAMP回路の出力信号Rの上昇勾配をたとえば $25V/\mu s$ に設定し、 $E_{s2}$ の電位を5Vと設定し

ておくとする。（なお、 $r-2\mu s=r_d$ とする。）しかして、今、例えば、 $E_{s1}=E_{s2}+0.1V$ および $E_{s2}=E_{s1}-0.1V$ としておくと、第8図の時間 $\Delta t$ は $0.04\mu s$ （ $=\frac{0.1}{25} \frac{V}{V/\mu s}$ ）となる。

従つて、本発明においては、伝搬時間 $t$ と計数時間 $N/I$ とが一致するように発振器の発振周波数を制御するわけであるが、その時間差（ $t-N/I$ ）が $\pm 0.04\mu s$ 以内に入っているかどうかを知ることができる。そして、この $\pm 0.04\mu s$ を測定精度とした場合には、超音波の伝搬が正常であるか異常であるかをその判断結果（出力信号Q）から判断することができる。

上述したように、本発明によれば、超音波の伝搬が異常でミストリガーが起こつた場合には、RAMP回路の出力電圧Rが異常検出回路15の2つの設定電圧 $E_{s1}, E_{s2}$ 間に入らなくなるから、このようなミストリガーを検視し得る。さらに、急激な流速変化による急激な出力変化（超音波伝搬時間の変化）があつた場合、測定回路系がその変化に追従できず、RAMP回路の出力電圧Rが同様

に設定電圧 $E_{s1}, E_{s2}$ 間に入らないので、その超音波の伝搬は異常であると判断されるが、その後測定周期を繰返すことにより測定回路系が追従できて安定状態になるとRAMP回路の出力電圧は直ちにその電圧 $E_{s1}, E_{s2}$ 間に入るから正常であると判断することができるようになる。さらにまた、トランスジューサ8, 9が故障して、超音波パルスの発信および受信ができなくなつた場合、あるいは超音波パルスが伝搬中に減衰して消失したりした場合には、RAMP回路の出力信号は上昇が停止されずに大きい値で飽和するから、このような場合も本発明においては異常であると判断することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の超音波伝搬時間検出回路装置のブロック図、第2図はその時間差検出回路の回路図、第3図は本発明の一実施例のブロック図、第4図は本発明の一実施例の要部の回路図、第5図ないし第7図は本発明の一実施例の動作を説明するための各部分のパルス波形図、第8図は本発明

の効果を説明するための波形図である。

1…発振器、2…同期パルス発生器、3…送信回路、4…受信回路、5…カウンタ、6…遅延要素、7…時間差検出回路、8…送信トランスジューサ、9…受信トランスジューサ、10…カウンタ、11、12…比較器、13…ANDゲート、14…D-フリップフロップ、15…異常検出回路。

代理人 佐々木 山口 盛

図 1

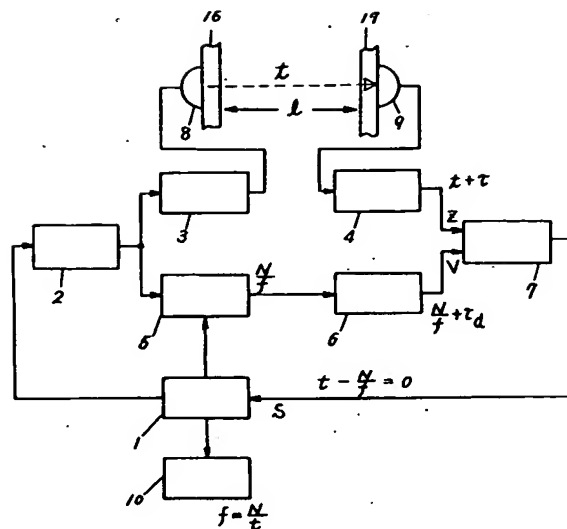


図 2

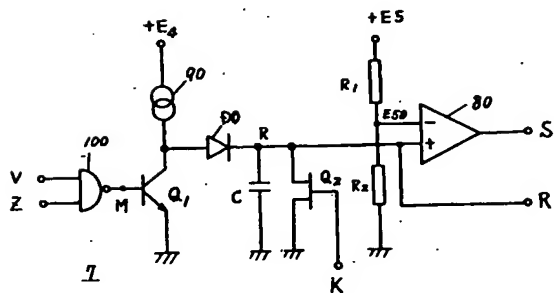


図 3

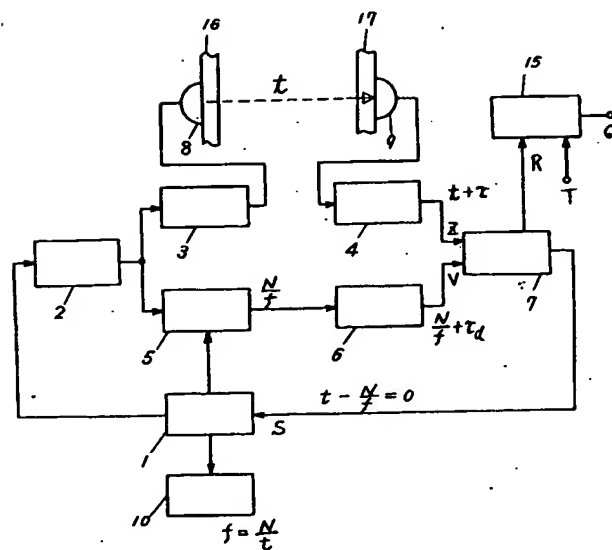


図 4

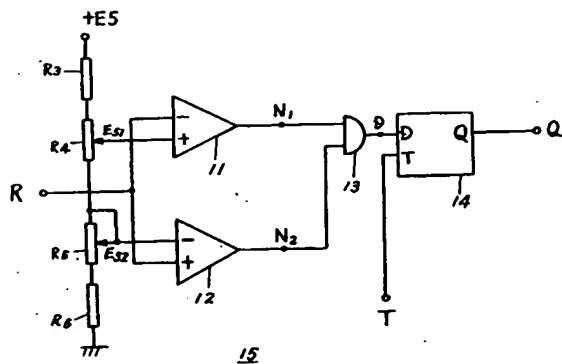


図 5

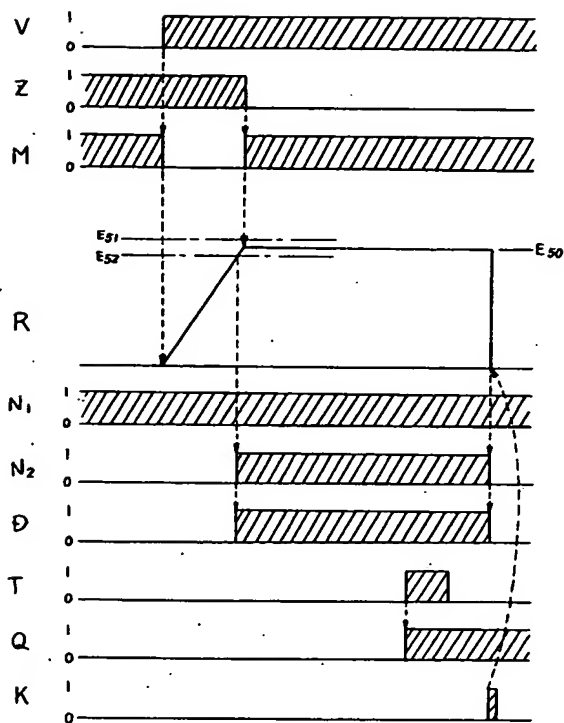


図 6

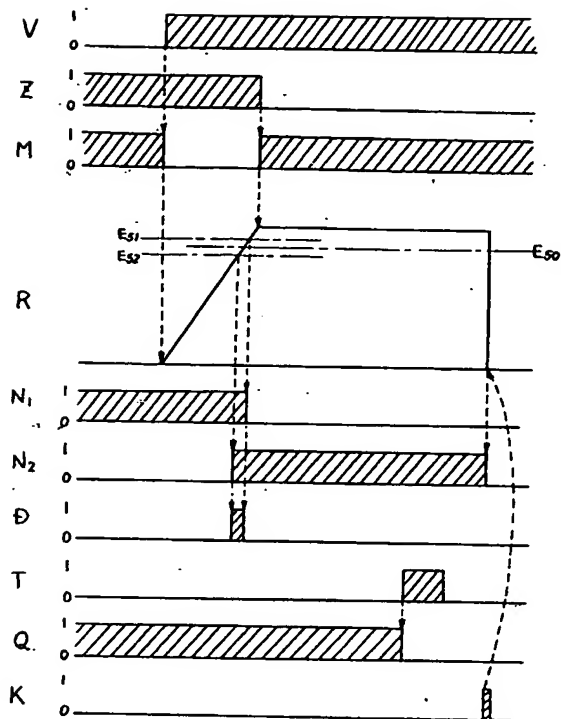


図 7

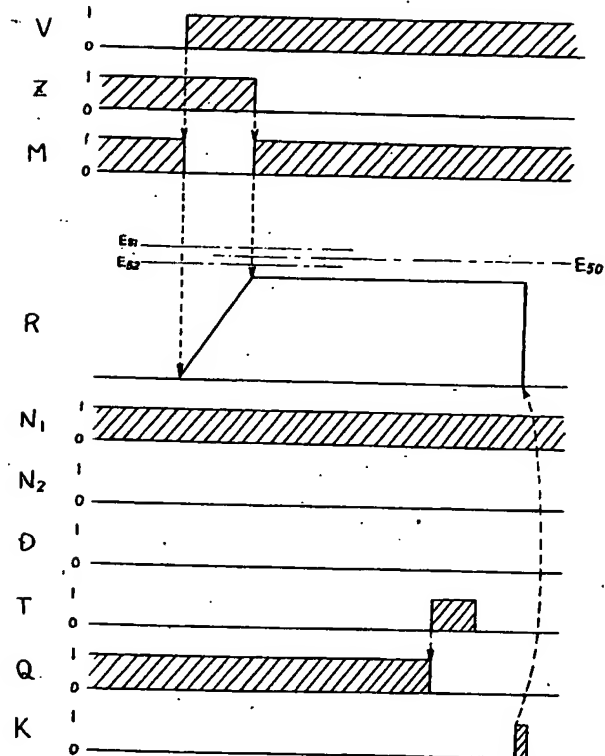


図 8

